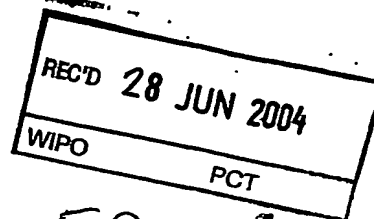


**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



EP09 50857

BREVET D'INVENTION

Best Available Copy

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 02 JUIN 2004

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 260899

REMISE DES PIÈCES DATE 21 MAI 2003 LIEU 99 N° D'ENREGISTREMENT 0306362 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE 21 MAI 2003 PAR L'INPI		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE SOLVAY (Société Anonyme) Direction Régionale pour la France 12, Cours Albert Ier, F-75383 PARIS CEDEX 08 (France)	
Vos références pour ce dossier (facultatif) S 2002/05			
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie <input type="checkbox"/>			
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N°	Date
ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen		N°	Date
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Procédé de fabrication de carbonate de sodium			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date Pays ou organisation Date Pays ou organisation Date	
5 DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite» <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		SOLVAY	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Adresse	Rue	Rue du Prince Albert, 33	
	Code postal et ville	1050	Bruxelles
Pays		Belgique	
Nationalité		Belge	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			



BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES DATE 21 MAI 2003 LIEU 99 N° D'ENREGISTREMENT 0306362 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI DB 540 W / 260899
Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i>		S 2002/05
6 MANDATAIRE		
Nom		
Prénom		
Cabinet ou Société		
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>		
7 INVENTEUR (S)		
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée
8 RAPPORT DE RECHERCHE		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en deux versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i> <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt <i>(joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :</i>
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) SOLVAY (Société Anonyme)		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI M. MARTIN

Procédé de fabrication de carbonate de sodium

L'invention concerne un procédé pour la fabrication de carbonate de sodium.

Elle concerne plus particulièrement un procédé pour la fabrication de
5 carbonate de sodium au départ d'un minerai comprenant du sesquicarbonate de sodium.

Le sesquicarbonate de sodium est un minéral de composition générale $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Il provient par exemple de gisements de trona. De tels gisements, dont on peut extraire des minerais contenant de 80 à 95% en poids de
10 sesquicarbonate de sodium, se trouvent par exemple dans l'état du Wyoming, aux Etats-Unis.

Les minerais de trona peuvent être extraits des gisements à l'état solide, par les techniques minières connues. Il est également possible d'injecter dans les gisements une solution aqueuse qui, au contact avec le minerai, s'enrichit en
15 carbonate et bicarbonate de sodium. La solution aqueuse enrichie au contact avec le minerai est communément appelée eau de minage.

Cette dernière technique s'avère économiquement très intéressante, en particulier lorsqu'elle est combinée à une extraction conventionnelle de minerai solide.

20 Les minerais de trona, outre du sesquicarbonate, contiennent de nombreuses impuretés.

Divers procédés ont été proposés pour épurer ces minerais et en extraire du carbonate de sodium qui soit valorisable, notamment dans l'industrie verrière. Le plus courant, qui sera dans la suite du mémoire appelé « procédé classique »,
25 consiste à calciner le trona pour obtenir du carbonate de sodium impur, à dissoudre celui-ci dans de l'eau, filtrer les impuretés, cristalliser du carbonate de sodium monohydrate au départ de la solution épurée, ce dernier étant finalement séché pour fournir le carbonate de sodium anhydre désiré.

Dans le cas où on désire extraire le minerai de trona en combinant
30 l'extraction à l'état solide et l'extraction par mise en solution, ce procédé connu doit être perfectionné car la présence de quantités importantes de bicarbonate de sodium dans la solution aqueuse perturbe la cristallisation de carbonate de sodium monohydraté.

Dans le brevet US 6207123, on décrit un procédé amélioré qui résout cet inconvénient en provoquant la cristallisation de sesquicarbonate, qui est ensuite séparé, au départ de la solution extraite du gisement.

5 Toutefois, selon ce procédé, cette cristallisation requiert une évaporation préalable de la solution, compensée par un apport d'eau à une autre étape. Il en résulte donc notamment une consommation d'énergie importante.

On a maintenant trouvé un procédé amélioré qui permet d'éviter l'évaporation de la solution aqueuse au départ de laquelle le sesquicarbonate de sodium est cristallisé.

10 En conséquence, l'invention concerne un procédé pour la fabrication de cristaux de carbonate de sodium comprenant les étapes suivantes :

- a) l'addition de carbonate de sodium à une solution aqueuse comprenant du bicarbonate de sodium et du carbonate de sodium pour former une suspension aqueuse;
- 15 b) la cristallisation et la séparation de cristaux de sesquicarbonate de sodium au départ de la suspension aqueuse pour obtenir des cristaux de sesquicarbonate d'une part et une eau mère d'autre part;
- c) la cristallisation et la séparation de cristaux de carbonate de sodium au départ de l'eau mère,
- 20 le procédé se caractérisant en ce que la quantité de carbonate de sodium additionnée à l'étape a) est réglée de telle sorte que la cristallisation de cristaux de sesquicarbonate à l'étape b) puisse se faire sans évaporation préalable de la suspension aqueuse.

25 La première étape du procédé selon l'invention consiste à additionner du carbonate de sodium à une solution aqueuse. Cette solution aqueuse peut avoir des origines diverses. Toutefois, selon un mode d'exécution préféré de l'invention, la solution aqueuse comprend une eau de minage provenant du pompage dans un gisement de trona.

30 On appelle eau de minage une solution aqueuse comprenant du bicarbonate de sodium et du carbonate de sodium, obtenue en injectant par des techniques de pompage un solvant aqueux dans un gisement de trona. Au contact avec le gisement, le solvant aqueux dissout du trona et se charge en ions CO_3^{2-} , HCO_3^- et Na^+ . Cette technique présente notamment l'avantage de permettre l'exploitation aisée de gisements effondrés.

35 De manière avantageuse, lorsque le procédé selon l'invention est associé à un procédé classique de production de carbonate de sodium au départ de trona,

on utilise comme solvant aqueux une eau de décharge récupérée de l'installation de production classique

La solution aqueuse utilisée dans la première étape du procédé peut être constituée de tout ou partie de l'eau de minage telle qu'elle est extraite
5 directement par pompage. Elle peut aussi résulter de traitements divers (par exemple d'épuration ou enrichissement) appliqués à la solution extraite du gisement.

Dans une variante avantageuse de ce mode d'exécution, la solution aqueuse est constituée d'une eau de minage provenant exclusivement et
10 directement du pompage dans un gisement de trona.

L'eau de minage contient avantageusement plus de 5%, de préférence plus de 10% de carbonate de sodium. Il est souhaitable que son contenu en carbonate de sodium reste toutefois en deçà de 20%. L'eau de minage contient d'autre part
15 avantageusement plus de 2%, de préférence plus de 3% de bicarbonate de sodium.

Le carbonate de sodium additionné à cette solution aqueuse peut provenir de sources variées. Il est de préférence additionné sous forme solide. On peut prélever à cet effet une partie du carbonate de sodium produit. Toutefois dans un mode de réalisation préféré de l'invention, le carbonate de sodium additionné est
20 du carbonate de sodium solide provenant de la calcination de trona.

De manière générale, la calcination de minerai est une opération bien connue en soi. Dans le cas du trona, elle consiste à soumettre le minerai à un traitement thermique dans des conditions réglées pour décomposer le sesquicarbonate de sodium et former du carbonate de sodium anhydre. De manière concomitante, du
25 gaz carbonique CO_2 se dégage. Le traitement thermique comprend en général un chauffage à une température supérieure à 100°C , de préférence au moins égale à 120°C , par exemple comprise entre 125 et 200°C .

Dans ce mode de réalisation préféré de l'invention, la technique mise en oeuvre pour réaliser la calcination n'est pas critique. On utilise avantageusement celle
30 décrite dans le document WO94/27725. D'autre part, lorsque le procédé selon l'invention est exploité conjointement à un procédé classique de production de carbonate de sodium au départ de trona, il est préférable d'en utiliser le calcinateur.

Selon ce mode de réalisation de l'invention, le trona calciné est avantageusement
35 composé d'une partie granuleuse ayant un diamètre compris entre $0,5$ et 6mm , récupérée directement à la sortie des calcinateurs, et de poussières récupérées au

bas des électrofiltres qui traitent les gaz de calcination. Ces poussières ont un diamètre compris entre quelques microns et 0,1mm, par exemple entre 5 et 50 microns.

5 Selon l'invention, l'addition du carbonate de sodium solide à la solution aqueuse se fait par dispersion et dissolution. A cette fin on utilise des dissolvants, de manière connue en soi. La température à laquelle se fait la dispersion - dissolution est de préférence supérieure à 20°C. Il n'est pas intéressant de dépasser des températures de 40°C. Des températures comprises entre 25 et 35°C conviennent en général bien.

10 Le carbonate de sodium additionné peut contenir des impuretés. Il peut provenir de trona ou sesquicarbonate de sodium calciné.

15 Selon l'invention, la quantité de carbonate de sodium additionnée est suffisante pour que la cristallisation de cristaux de sesquicarbonate à l'étape b) puisse se faire sans évaporation préalable de la suspension aqueuse. Cette caractéristique essentielle de l'invention consiste donc à additionner du carbonate de sodium jusqu'à dépasser la limite de solubilité du sesquicarbonate de sodium.

20 En pratique, il est souvent avantageux d'ajouter du carbonate de sodium de telle sorte que la teneur en carbonate de sodium de la suspension aqueuse atteigne au moins 25%, de préférence au moins 29%, les pourcentages étant calculés par rapport au poids de l'eau mère résiduelle après séparation du sesquicarbonate cristallisé à l'étape b).

25 Bien que n'étant pas strictement rédhibitoire, l'addition de quantités excessives de carbonate de sodium est toutefois à éviter. Il est en général souhaitable que la teneur en carbonate de sodium de la suspension aqueuse ne dépasse pas 40%, de préférence 38% en poids.

Selon un mode d'exécution avantageux de l'invention, la quantité de carbonate de sodium additionnée est telle que la teneur en carbonate de sodium de la suspension aqueuse soit comprise entre 31 et 37% en poids.

30 De manière préférée, cette teneur est comprise entre 33 et 36% en poids.

La suspension aqueuse obtenue suite à l'addition de carbonate de sodium est ensuite soumise à une maturation, à l'issue de laquelle des cristaux de sesquicarbonate de sodium se formeront spontanément, sans requérir d'évaporation préalable de la solution aqueuse. La maturation est
35 avantageusement faite à une température variant de 30 à 32°C.

Les cristaux de sesquicarbonate de sodium sont recueillis et séparés.

La maturation de la suspension aqueuse et la séparation des cristaux de sesquicarbonate de sodium formés peuvent être réalisées dans des cristalliseurs. De tels dispositifs sont connus. On utilisera par exemple le cristalliseur décrit dans le brevet EP0073085 (SOLVAY).

5 Pour contrôler la température, ce cristalliseur peut être associé à un échangeur de chaleur placé en dérivation sur le cristalliseur. Le contrôle de température peut aussi être réalisé à l'aide d'un serpentin placé dans le cristalliseur. Le serpentin est parcouru par de l'eau ou de la vapeur d'eau.

10 Les cristaux de sesquicarbonate recueillis et séparés sont avantageusement essorés, par exemple dans uneessoreuse continue à poussoir ou sur un filtre sous vide tel qu'un filtre à bande. Une description de ces équipements peut être trouvée dans « Natural Soda Ash » – D.E. Garrett – éd. Van Nostrand 1992, p. 292).

15 La séparation du sesquicarbonate de sodium permet d'éliminer l'excès de concentration en ions HCO_3^- provenant par exemple de la dissolution de trona dans les eaux de minage. De préférence, on sépare une quantité de sesquicarbonate telle que plus de 80% des ions HCO_3^- présents dans la solution aqueuse sont éliminés.

20 Dans un mode d'exécution préféré du procédé selon l'invention, le sesquicarbonate de sodium séparé à l'étape b) est ensuite calciné. Dans le cas où le procédé selon l'invention est associé à un procédé connu de production de carbonate de sodium au départ de trona à l'état solide, le sesquicarbonate cristallisé et séparé peut être calciné avec le trona solide extrait du gisement.

25 Dans un mode d'exécution avantageux du procédé selon l'invention, du carbonate de sodium est additionné à l'eau mère issue de l'étape b).

Le carbonate provient avantageusement de trona extrait à l'état solide, par exemple mécaniquement, du gisement et ensuite calciné.

30 Il peut aussi comprendre, de manière préférée, le sesquicarbonate de sodium cristallisé à l'étape b) du procédé selon l'invention, ayant été préalablement calciné. Le carbonate de sodium, à l'état solide, peut être dissout directement dans l'eau mère de cristallisation, ou être préalablement dissout dans une solution aqueuse séparée, cette dernière solution étant ensuite mélangée à l'eau mère.

35 La cristallisation de carbonate de sodium à l'étape c) est avantageusement réalisée, de manière connue, dans un cristalliseur – évaporateur. Un tel dispositif

est par exemple décrit dans « Natural Soda Ash » – D.E. Garrett – éd. Van Nostrand, p.289).

Il est souhaitable de maintenir, durant la cristallisation du carbonate de sodium, une température comprise entre 80 et 100°C, de préférence entre 85 et 95°C.

Le carbonate de sodium obtenu est du carbonate de sodium monohydraté.

Dans un mode de réalisation préféré du procédé selon l'invention, le carbonate de sodium monohydraté est ensuite séché pour obtenir du carbonate de sodium anhydre.

Pour le séchage du carbonate de sodium monohydraté en carbonate de sodium anhydre, on peut utiliser, de manière connue, un dispositif semblable à celui utilisé pour la calcination du trona, par exemple celui décrit dans le document WO94/27725.

La solution aqueuse, le carbonate de sodium additionné à l'étape a) et le sesquicarbonate cristallisé à l'étape b) contiennent généralement des quantités substantielles d'impuretés, susceptibles de se retrouver dans le carbonate de sodium anhydre produit. Lorsqu'on désire obtenir un carbonate de sodium anhydre de grande pureté, il est donc impératif d'éliminer des impuretés au cours du procédé.

Selon une variante avantageuse du procédé selon l'invention, des impuretés sont extraites de l'eau mère entre les étapes b) et c), avant la cristallisation du carbonate de sodium monohydraté. L'extraction peut être réalisée par tout moyen connu tel que filtration, classification granulométrique. Dans un mode d'exécution préféré de cette variante, le procédé selon l'invention ne comporte pas d'autre extraction d'impuretés. De manière particulièrement préférée, la suspension aqueuse n'est pas épurée avant la cristallisation-séparation du sesquicarbonate de sodium. Il en résulte une substantielle simplification de l'installation.

L'eau mère de cristallisation du carbonate de sodium monohydraté issue de l'étape c) peut être éliminée. Il est néanmoins préférable de la valoriser. A cette fin, il est avantageux d'ajouter une partie de l'eau mère à la solution aqueuse ou à la suspension aqueuse, c'est-à-dire avant, pendant ou après l'addition de carbonate de sodium.

Dans une variante préférée du procédé selon l'invention, une partie de l'eau mère issue de l'étape c) est ajoutée à la solution aqueuse durant l'étape a). Dans cette variante, grâce à la faible teneur en bicarbonate de l'eau mère

additionnée, la teneur en bicarbonate de la solution aqueuse peut être encore réduite.

Le procédé selon l'invention permet d'exploiter des gisements de trona de façon très complète, en ayant recours tant aux techniques classiques d'extraction minière mécanique qu'aux techniques de pompage.

Des particularités et détails de l'invention vont ressortir de la description suivante des figures annexées.

La figure 1 est un schéma illustrant le fonctionnement du procédé selon l'invention, conformément à l'exemple 1. L'eau de minage (1) est additionnée, dans un dissolvant (A), de carbonate de sodium (6), prélevé sur la production (9), puis mélangé à une partie de l'eau mère issue de la cristallisation du carbonate de sodium monohydrate (3). Le mélange résultant est introduit dans un cristalliseur (B). Les cristaux de sesquicarbonate de sodium (7) sont séparés de l'eau mère (5) dans un séparateur (C). L'eau mère (5) est ensuite introduite dans un cristalliseur - évaporateur (E). Le carbonate de sodium monohydraté (8) est enfin introduit dans un sécheur (F) pour obtenir du carbonate de sodium anhydre (9).

La figure 2 est un schéma illustrant le fonctionnement du procédé selon l'invention lorsqu'il est exploité en association avec un procédé classique de production de carbonate de sodium au départ de trona. Ce fonctionnement se distingue de celui illustré à la figure 1 par la présence d'un calcinateur (D) dans lequel est introduit du minerai de trona (1') et le sesquicarbonate (7). Le carbonate de sodium issu de la calcination du trona est introduit dans le dissolvant (A) et également dans l'eau mère de cristallisation du cristalliseur-évaporateur (E). Une sortie des impuretés filtrées (10) est également prévue.

La figure 3 représente un diagramme de solubilité $\text{NaHCO}_3\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-H}_2\text{O}$. On a représenté sur ce diagramme : les eaux de mine (1), la suspension aqueuse (2) et l'eau mère de cristallisation du sesquicarbonate (3).

L'intérêt de l'invention va apparaître plus clairement à la lumière des exemples annexés.

Exemple 1 (conforme à l'invention)

Comme illustré à la figure 1, on a mélangé à 1000 kg d'eau de minage (1), provenant du pompage d'un gisement de trona effondré, 350 kg de carbonate de sodium prélevés du carbonate de sodium produit lors d'un essai antérieur. Les 1000 kg d'eau de minage comprennent 130 kg de carbonate de sodium et 40 kg de bicarbonate de sodium. Il en résulte 1350 kg de suspension aqueuse. Cette

suspension aqueuse est mélangée ensuite à 600 kg d'eau mère (3) provenant de la cristallisation de carbonate de sodium monohydraté, contenant 180 kg de carbonate de sodium. Les 1950 kg résultants (4) sont soumis à une maturation dans un cristalliseur (B) et 107,5 kg de sesquicarbonate de sodium (7) y sont cristallisés puis séparés dans un essoreur (C). Les 1842,5 kg d'eau mère de cristallisation (5) du sesquicarbonate sont alors introduits, après filtration et élimination des impuretés, dans un évaporateur-cristalliseur pour produire environ 713 kg de carbonate de sodium monohydraté. Ce carbonate de sodium monohydraté est finalement introduit dans le sécheur (F) et 609,5 kg de carbonate de sodium anhydre sont obtenus.

Exemple 2 (conforme à l'invention)

On a procédé comme dans l'exemple précédent, sauf que le carbonate mélangé à l'eau de minage provient de la calcination d'un mélange constitué d'une part de 662 kg de minerai de trona, contenant environ 627 kg de sesquicarbonate de sodium et 35 kg d'impuretés, et d'autre part des 107,5 kg de sesquicarbonate cristallisés et séparés de la suspension aqueuse.

REVENDICATIONS

1 - Procédé pour la fabrication de cristaux de carbonate de sodium comprenant les étapes suivantes:

- 5 a. l'addition de carbonate de sodium à une solution aqueuse comprenant du bicarbonate de sodium et du carbonate de sodium pour former une suspension aqueuse;
- b. la cristallisation et la séparation de cristaux de sesquicarbonate de sodium au départ de la suspension aqueuse pour obtenir des cristaux de sesquicarbonate d'une part et une eau mère d'autre part;
- 10 c. la cristallisation et la séparation de cristaux de carbonate de sodium au départ de l'eau mère,

caractérisé en ce que la quantité de carbonate de sodium additionnée à l'étape a) est réglée de telle sorte que la cristallisation de sesquicarbonate à l'étape b) puisse se faire sans évaporation préalable de la suspension aqueuse.

- 15 2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le carbonate de sodium additionné à la solution aqueuse est du carbonate de sodium solide provenant de la calcination de trona.

- 20 3 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la solution aqueuse comprend une eau de minage provenant du pompage dans un gisement de trona.

4 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la quantité de carbonate de sodium additionnée à la solution aqueuse est telle que sa teneur en carbonate de sodium est comprise entre 31 et 37% en poids.

- 25 5 - Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la quantité de carbonate de sodium additionnée à la solution aqueuse est telle que sa teneur en carbonate de sodium est comprise entre 33 et 36% en poids.

6 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le sesquicarbonate de sodium séparé à l'étape b) est ensuite calciné.

7 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que du carbonate de sodium est additionné à l'eau mère issue de l'étape b).

5 8 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que des impuretés sont extraites de l'eau mère entre les étapes b) et c), avant la cristallisation du carbonate de sodium monohydraté

9 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que une partie de l'eau mère issue de l'étape c) est ajoutée à la solution aqueuse durant l'étape a).

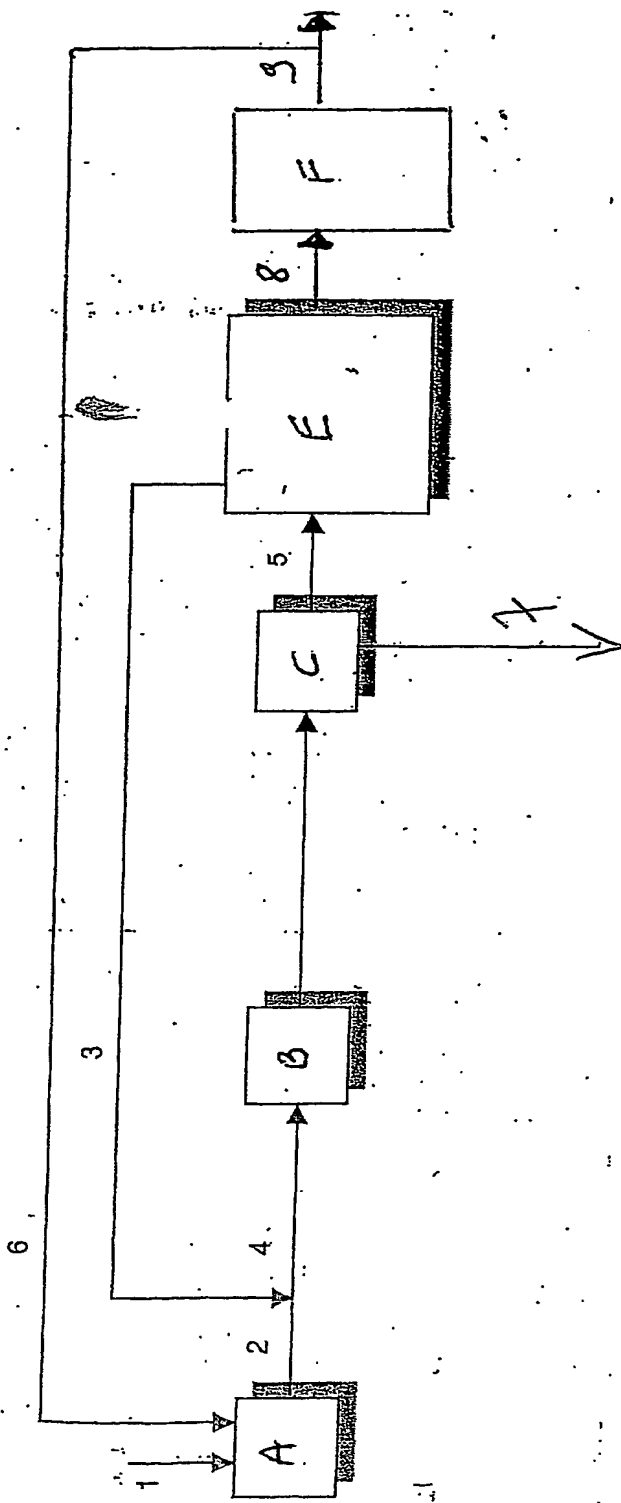


Figure 1

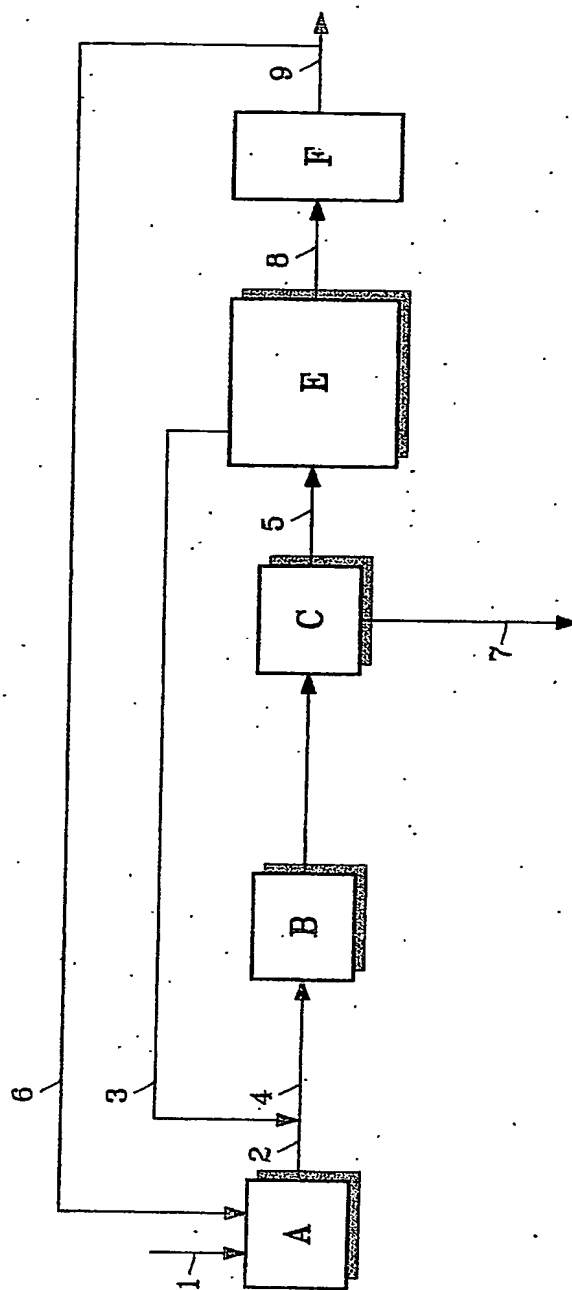


Figure 1

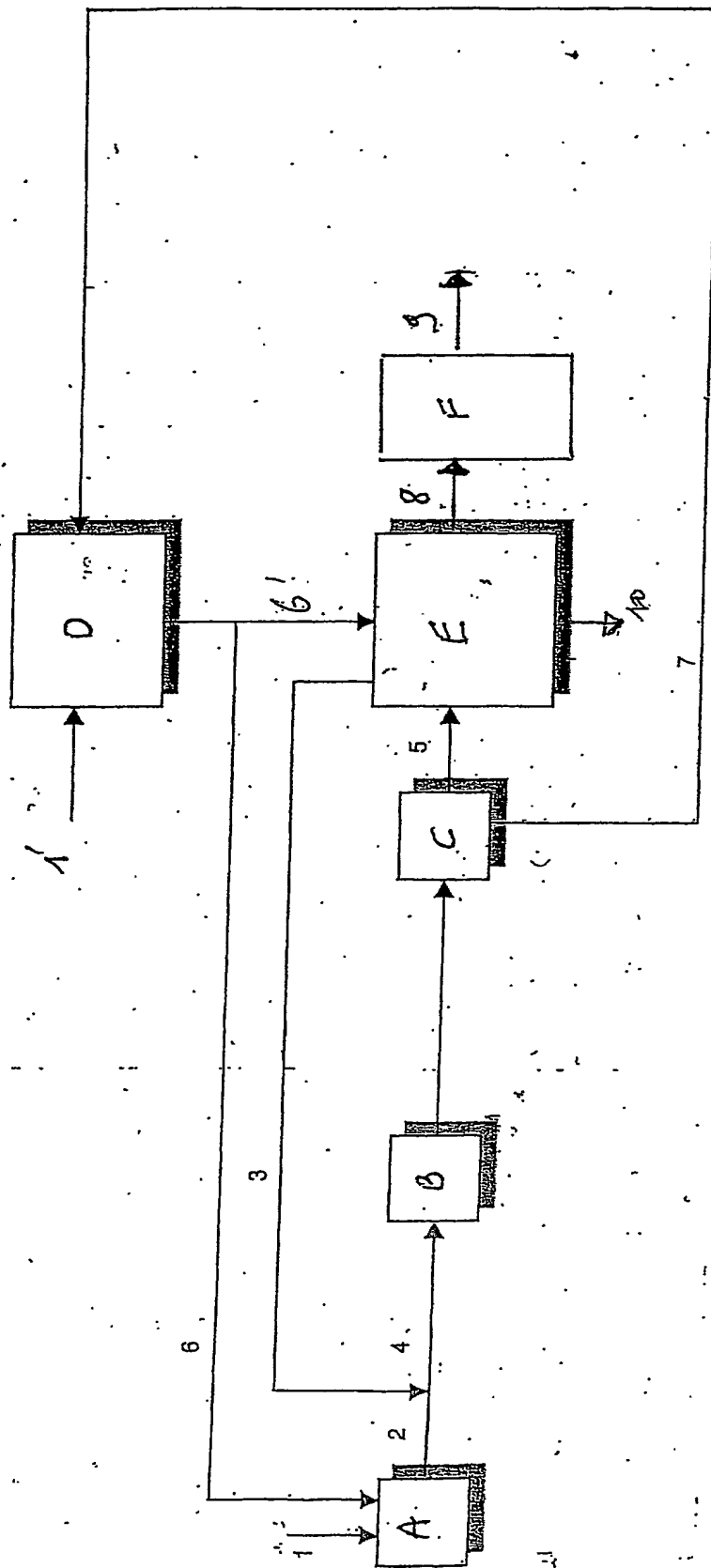


Figure 2

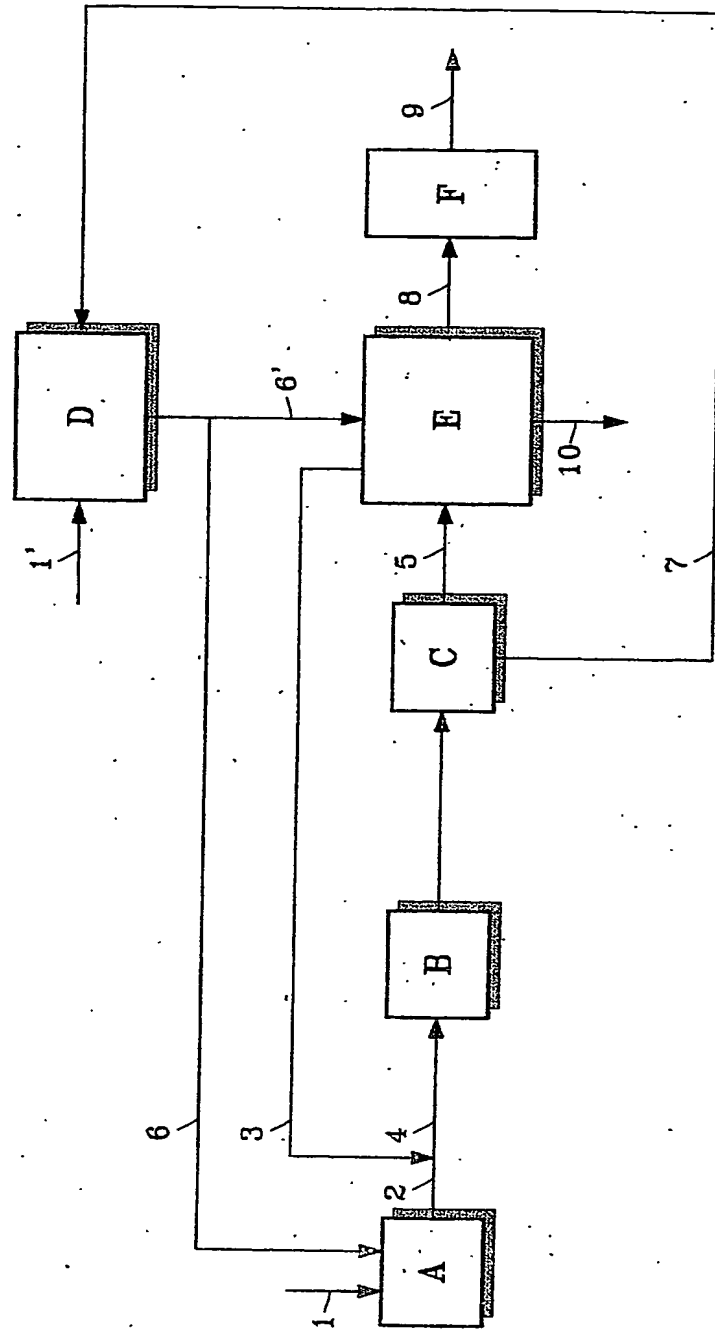


Figure 2

Système $\text{NaHCO}_3\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-H}_2\text{O}$

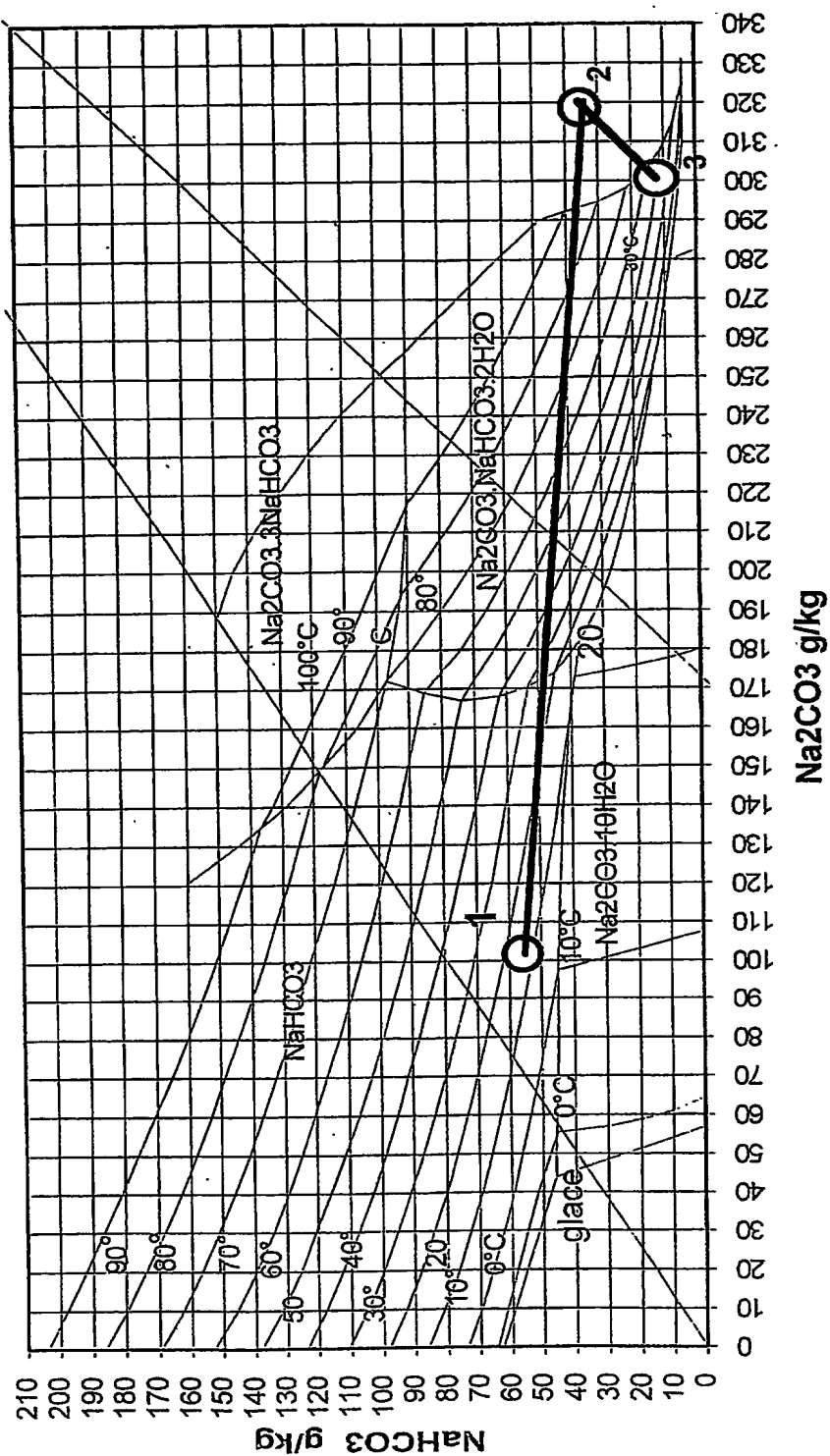


FIG. 3

Système NaHCO_3 - Na_2CO_3 - H_2O

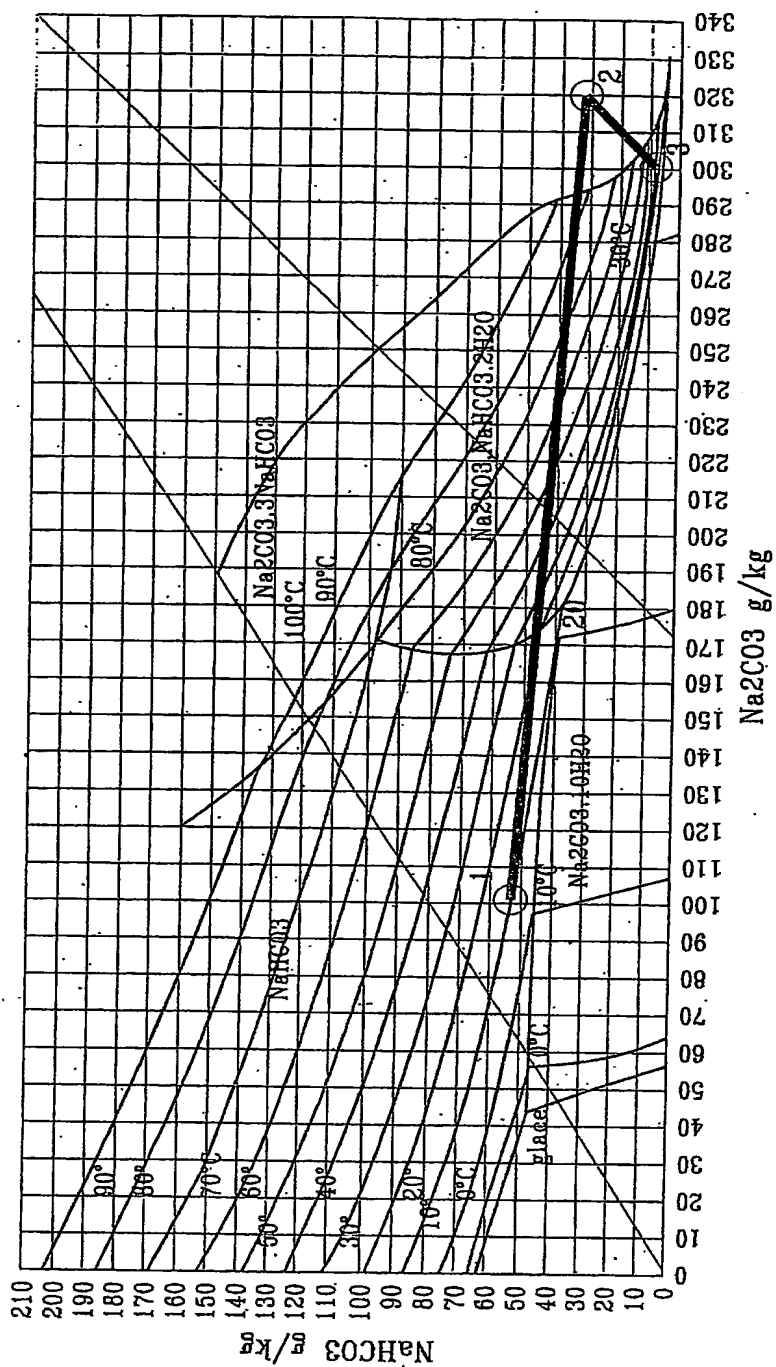


Figure 3

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox**